

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**ПРОГРАМА  
НОРМАТИВНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ»**

**підготовки бакалавр**

**напряму 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології»  
спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання»**

**(Шифр за ОПП 3.1.9)**

Харків  
ХНУМГ  
2014 рік

**РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:**

Харківським національним університетом міського господарства  
імені О. М. Бекетова

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

доц., к.т.н. Д. В. Тугай,  
доц., к.т.н. Я. Б. Форкун

Обговорено та рекомендовано до видання Вченою радою університету, як  
тимчасово діюче до затвердження Президією Науково-методичної комісії з  
напрямку підготовки 6.050701 – *«Електротехніка та електротехнології»*

Протокол № 7 від «24» квітня 2013 року.

## ВСТУП

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни “Основи метрології та електричних вимірювань” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки рівня бакалавр напряму 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання».

**Предметом вивчення у дисципліні** є принципи роботи електромеханічних, цифрових та електронних вимірювальних приладів, їх застосування при проведенні електротехнічних вимірювань та методи обробки результатів вимірювань.

### **Міждисциплінарні зв'язки:**

Дисципліни, що передують вивченню даної дисципліни:

- фізика – розділи: "Електрика та магнетизм", "Механіка";
- вища математика – розділи: системи лінійних алгебраїчних рівнянь, теорія матриць, похідна та інтеграл, диференційні рівняння, функціональні ряди, інтегральні перетворення Лапласа, векторна алгебра, комплексні числа;
- теоретичні основи електротехніки;
- електротехнічні матеріали.

Дисципліни, вивчення яких спирається на дану дисципліну:

- промислова електроніка;
- перехідні процеси в електроенергетиці;
- електричні машини;
- мікропроцесорна техніка;
- основи релейного захисту та автоматизації енергосистем;
- електричні апарати;
- автоматизований електропривід;
- електричні системи та мережі;
- електропостачання та електрозбереження.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Основи метрології. Перетворювачі струму та напруги.

2. Аналогові електромеханічні, електронні і цифрові прилади.

Вимірювання параметрів електричних кіл та електричних величин.

3. Вимірювання магнітних та неелектричних величин.

## **1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Основи метрології та електричних вимірювань» є опанування основами знань, необхідними для вирішення виробничих завдань, пов'язаних з вибором засобів і методів вимірювань електричних, магнітних та неелектричних величин, а також для вивчення інших дисциплін спеціальності, в яких використовується електровимірювальні прилади.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Основи метрології та електричних вимірювань» є:

- навчити студентів знати принцип дії, властивості, характеристики розповсюджених засобів вимірювань електричних, магнітних та неелектричних величин;
- отримати навички користування вимірювальним обладнанням;
- навчити вибирати засоби і методи вимірювань;
- навчити виконувати вимірювання і оцінювати їхні похибки.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати: основні методи обробки результатів вимірювань, основні закони теорії електричних кіл, способи розрахунку опорів вимірювальних перетворювачів, принцип роботи, конструкцію, технічні характеристики і застосування електровимірювальних приладів різних систем;

вміти: вибирати засоби вимірювання, користуватися електровимірювальною апаратурою, правильно підключати засоби вимірювання до електричного кола, правильно застосовувати методи вимірювання електричних, магнітних і неелектричних величин і параметрів електричних кіл, розраховувати основні похибки вимірювання і електровимірювальних приладів, проводити перевірку засобів вимірювання, розширювати межі вимірювання електровимірювальних приладів.

**На вивчення навчальної дисципліни відводиться - 180 години/ 5 кредитів ECTS.**

## **2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

**Модуль 1.** Основи метрології та електричних вимірювань.

**Змістовий модуль 1.** Основи метрології. Перетворювачі струму та напруги.

**Тема 1.** Терміни й визначення в метрології.

- 1.1. Мета й завдання предмета. Зв'язок його з іншими дисциплінами.
- 1.2. Роль вимірювань у сучасній науці і техніці. Головні етапи розвитку вимірювальної техніки.
- 1.3. Уявлення про метрологію, стандартизацію та єдність вимірювань.
- 1.4. Визначення науки „Метрологія”. Засоби вимірювань. Електровимірювальні прилади, вимірювальні перетворювачі, електровимірювальна установка, вимірювальні інформаційні системи.
- 1.5. Способи вимірювань прямі й непрямі.
- 1.6. Методи вимірювань: безпосередньої оцінки, порівняння, нульовий, диференційний, заміщення.

**Тема 2.** Класифікація похибок і класи точності засобів вимірювань.

- 2.1. Класифікація засобів вимірювань. Державна система приладів (ДСП).
- 2.2. Класифікація похибок вимірювань: за методом виявлення, за характером проявлення, за залежністю від значення вимірюваної величини, за режимом вимірювання величини, за причинами і умовами появи.
- 2.3. Класи точності засобів вимірювань.
- 2.4. Оцінка похибок вимірювань за заданими метрологічними характеристиками засобів вимірювань.
- 2.5. Загальні положення обробки та представлення результатів вимірювань.

**Тема 3.** Міри основних електричних величин.

- 3.1. Загальні відомості. Класифікація мір.
- 3.2. Передача одиниць фізичних величин робочим мірам та вимірювальним приладам.
- 3.3. Основні положення метрологічного забезпечення народного господарства. Державна система забезпечення єдності вимірювань (ДСВ).
- 3.4. Одиниці фізичних величин згідно з ГОСТ 6.417-88 (СТ СЕВ 1059-78) "ДСВ". Державна перевірка, ревізія, експертиза засобів вимірювань.

**Тема 4.** Шунти і додаткові опори.

- 4.1. Призначення, схеми ввімкнення, розрахунки шунтів.
- 4.2. Характеристики шунтів та їх застосування.

4.3. Призначення, схеми ввімкнення, розрахунки додаткових опорів.

4.5. Характеристики додаткових опорів та їх застосування.

### **Тема 5. Вимірювальні трансформатори.**

5.1. Трансформатори струму та напруги. Загальне уявлення про вимірювальні трансформатори.

5.2. Схеми ввімкнення, режими роботи вимірювальних трансформаторів.

5.3. Техніка безпеки при роботі з вимірювальними трансформаторами.

5.4. Лабораторні автотрансформатори.

5.5. Вимірювальний трансформатор постійного струму.

**Змістовий модуль 2.** Аналогові електромеханічні, електронні і цифрові прилади. Вимірювання параметрів електричних кіл та електричних величин.

### **Тема 6. Аналогові електромеханічні прилади.**

6.1. Узагальнена структурна схема, загальні вузли та елементи аналогових електромеханічних приладів, загальні технічні вимоги до приладів.

6.2. Принцип дії, будова, області застосування приладів магнітоелектричної системи.

6.3. Принцип дії, будова, області застосування приладів електромагнітної системи.

6.4. Принцип дії, будова, області застосування приладів електродинамічної системи.

6.5. Принцип дії, будова, області застосування приладів феродинамічної системи.

6.6. Принцип дії, будова, області застосування приладів індуктивної системи.

6.7. Принцип дії, будова, області застосування приладів електростатичної системи.

6.8. Випрямні прилади.

### **Тема 7. Електронні вимірювальні прилади.**

7.1. Загальні відомості. Класифікація електронних вимірювальних приладів.

7.2. Принцип дії, будова та області застосування електронних вольтметрів.

7.3. Принцип дії, будова та області застосування електронних осцилографів.

7.4. Принцип дії, будова та області застосування електронних омметрів.

### **Тема 8. Цифрові вимірювальні прилади.**

8.1. Основні визначення. Загальні властивості цифрових приладів.

8.2. Структурні схеми, характеристика та області застосування цифрових вольтметрів.

8.3. Структурні схеми, характеристика та області застосування цифрових частотомірів.

8.4. Структурні схеми, характеристика та області застосування цифрових мультиметрів (комбіновані прилади).

8.5. Структурні схеми, характеристика та області застосування цифрових осцилографів.

#### **Тема 9. Вимірювання електричних величин.**

9.1. Вимірювання струмів і напруг.

9.2. Метод вимірювання постійних струмів і напруг.

9.3. Методи вимірювання змінних струмів і напруг промислової частота.

9.4. Активна, реактивна, повна потужності в трифазних колах. Вимір потужності.

9.5. Особливості вимірювання струмів і напруг підвищеної та високої частоти.

9.6. Електромагнітні перешкоди у вимірювальному колі й засобі боротьби з ними.

#### **Тема 10. Вимірювання параметрів електричних кіл.**

10.1. Загальні відомості. Особливості вимірювання малих, середніх та великих опорів постійного струму.

10.2. Вимірювання опорів за допомогою омметрів.

10.3. Вимірювання опорів за допомогою мегомметрів.

10.4. Вимірювання опорів за допомогою одинарних та подвійних мостів.

10.5. Прямі та непрямі способи вимірювання параметрів котушок індуктивності й конденсаторів.

#### **Тема 11. Вимірювання потужності та енергії.**

11.1. Загальні відомості. Вимірювання потужності в колах постійного та змінного струму.

11.2. Прямі та непрямі засоби вимірювання активної потужності в однофазних і трифазних колах змінного струму.

11.3. Засоби вимірювання реактивної потужності в однофазних і трифазних колах.

11.4. Будова і принцип дії лічильників електричної енергії індуктивної системи.

11.5. Схеми ввімкнення лічильників у коло змінного струму.

11.6. Вимірювання активної та реактивної енергії в трифазних колах.

#### **Тема 12. Вимірювання коефіцієнта потужності, кута зсуву фаз та частоти.**

12.1. Електричні схеми, характеристика, область застосування фазометрів і частотомірів.

12.2. Прямі і непрямі засоби вимірювання.

**Змістовий модуль 3.** Вимірювання магнітних та неелектричних величин.

**Тема 13.** Вимірювання магнітних величин.

13.1 Класифікація магнітних величин.

13.2. Вимірювання магнітного потоку в постійному магнітному полі.

13.3. Вимірювання магнітної індукції й напруженості магнітного поля.

**Тема 14.** Вимірювання неелектричних величин.

14.1. Класифікація неелектричних величин і вимірювальних перетворювачів.

14.2. Спряження первинних перетворювачів з електричними засобами вимірювань.

14.3. Вимірювання тиску, напруженості матеріалів, температури електричними засобами.

### **3. Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Фремке А. В. Электрические измерения [Текст]: учебник А. В. Фремке, А. Е. Душина; Л. : Энергия, 1980. – 382 с.

2. Поліщук Є. С. Метрологія та вимірювальна техніка [Текст]: підручник Є. С. Поліщука; Львів : Новий світ, 2003. – 460 с.

3. Котур В. І. Електричні виміри і електровимірювальні прилади [Текст]: підручник В. І. Котур, М. Н. Скомська, Н. Н. Храмова; К.: Енергоіздат, 1996. – 324 с.

4. Молиновский В. Н. Электрические измерения [Текст]: ученик В.Н. Молиновский; М. : Энергоиздат, 1982. – 392 с.

5. Полищук Е. С. Электрические измерения электрических и неэлектрических величин [Текст]: учебник Е. С. Полищука; К. : Вища школа, 1984. – 386 с.

6. Панев Б. И. Электрические измерения. Справочник в вопросах и ответах [Текст]: учебник Б. И. Панев; М. : Агропромиздат, 1987. – 224 с.

7. Дворяшин Б. В. Основы метрологии и радиоизмерения [Текст]: ученик Б. В. Дворяшин; М. : Радио и связь, 1993. – 320 с.

8. Карев В. Н. Задачи для лабораторных работ по курсу «Основы метрологии» для контроля знаний [Текст]: пособие В. Н.Карев, Е. П.Волкова; Х. : ХИИГХ, 1990. – 78 с.



9. Тугай Д. В. Текст лекцій з дисципліни «Основи метрології та електровимірювань» (для студентів усіх форм навчання напряму підготовки 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології») / Д. В. Тугай, О. В. Дорохов; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 120 с.

### **Допоміжна**

1. Родзевич, В.Є. Загальна електротехніка: Навч. Посібник для підготовки молодших спеціалістів [Текст] / В.Є. Родзевич; К.: Вища школа, 1993. -183 с.

2. Гуревич М. М. Фотометрия (теория, методы и приборы) [Текст]: учебник М. М. Гуревич; Л. : Энергоатомиздат, 1983. – 272 с.

3. Шебес, М.Р. Задачник по теории линейных электрических цепей [Текст] / М.Р. Шебес, М.В. Каблукова; М.: «Высшая школа», 1990.– 544 с.

### **Інформаційні ресурси**

1. [http://ssga.ru/AllMetodMaterial/metod\\_mat\\_for\\_ioot/metodichki/matusko/index\\_m.html](http://ssga.ru/AllMetodMaterial/metod_mat_for_ioot/metodichki/matusko/index_m.html).

2. <http://www.toehelp.ru/theory/toe/contents.html>.

3. <http://www.electrik.org>

### **4. Форма підсумкового контролю успішності навчання**

Формами підсумкового контролю успішності є екзамен.

Екзамени забезпечені екзаменаційними білетами і задачами до білетів у кількості 30 штук.

### **5. Засоби діагностики успішності навчання**

Засобами діагностики успішності навчання є тестування, захист лабораторних робіт на основі контрольних запитань наведених у методичних вказівках до виконання лабораторних; опитування за контрольними запитаннями, що наведені в методичних вказівках до самостійного вивчення дисципліни, проведення контрольних робіт (1 контрольна робота за матеріалом змістового модуля 1; 1 контрольна робота за матеріалом змістових модулів 2 і 3), які забезпечені комплектами контрольних робіт у кількості 30 штук кожний.

*Навчальне видання*

Програма  
нормативної навчальної дисципліни

**«Основи метрології та електричних вимірювань»**

**підготовки бакалавр**

**напряму 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології»  
спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання»**

Розробники: **ТУГАЙ Дмитро Васильович,**  
**ФОРКУН Яна Борисівна**

В авторській редакції  
Комп'ютерне верстання: *Ю. Ю. Конюшенко*

План 2013, поз. 163 а

---

Підп. до друку 06.09.2013 р.	Формат 60x84/16
Друк на ризографі	Ум. друк. арк. 0,3
Тираж 1 пр.	Зам. № 9393

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК №4064 від 12.05.2011 р.